

## DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS: UMA DISCUSSÃO RECENTE

Júlio César Stürmer, UTFPR – Ponta Grossa, [julioes@utfpr.edu.br](mailto:julioes@utfpr.edu.br), Thomas Guilherme de França, Ana Carolina Mallasen Nemoto, Arelis Abalos Rodríguez

### RESUMO

Este artigo de revisão bibliográfica tem por tema o gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratório de ensino, pesquisa e análise. Seu objetivo é reunir e divulgar informações importantes a respeito do tema, orientando e conscientizando as instituições responsáveis sobre a proposta de implantação de projetos de gestão de resíduos. Sabe-se que o Brasil carece de fiscalização contínua sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, o que não estimula o descarte correto dos resíduos gerados. Discussões sobre questões ambientais vêm sendo debatidas e exploradas há alguns anos em eventos como a Eco 92 e a Rio+20, entretanto tais discussões se restringem demasiadamente às questões relacionadas ao aquecimento global e poluição atmosférica. O debate acerca dos assuntos voltados aos resíduos químicos e seu gerenciamento só foi iniciado na década de 90 e ainda há muito a ser trabalhado. O artigo toma por base outros textos com o mesmo tema, estes que foram pesquisados e selecionados no banco de dados Scielo e WebQualis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos químicos, descarte, gestão, laboratórios.

### INTRODUÇÃO

A química é a ciência que estuda a transformação da matéria. Um dos primeiros contatos do ser humano com tais fenômenos foi por meio do fogo, este que proporcionou mudanças significativas para seu cotidiano e desenvolvimento. Da mesma forma, outras descobertas puderam avançar a ciência de modo exponencial, o que levou o homem aos níveis tecnológicos que se conhecem atualmente.

Por outro lado, deve-se atentar para as consequências do uso inadequado da química. Uma das implicações de maior relevância e que será abordada neste artigo, diz respeito aos resíduos químicos gerados em laboratório químicos, os quais podem trazer riscos e danos ambientais (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2011).

Até meados do século XX, não havia preocupação com o descarte adequado dos resíduos químicos gerados em laboratórios de análise, pesquisa ou ensino. Sendo assim, optava-se pelo descarte mais fácil e barato: o esgoto ou lixo comum (IMBROISI et al., 2006)

Mudou-se a forma de pensamento em relação aos resíduos e sua destinação. Atualmente, os problemas ambientais são um dos aspectos que mais preocupam a sociedade e muito se discute acerca das causas de tais questões, porque está diretamente ligado com a biosfera, que também engloba a vida humana.

Giloni-Lima (2008) e Imbroisi et al. (2006) dissertam sobre a necessidade de uma conscientização inserida na essência das universidades, visto que estas são instituições de ensino, que devem formar futuros profissionais-cidadãos.

“Algumas iniciativas isoladas já eram executadas em diferentes instituições de ensino no país.” (IMBROISI et al., 2006). A partir disso, nota-se a preocupação com tais despejos inadequados, que cresceram de forma exponencial até ser prioridade quase máxima nos dias atuais.

Com base nessas informações, o objetivo desse artigo é salientar tamanho problema para os leitores e apresentar um possível método de implantação de programas de gestão de resíduos.

### CONCEITOS BÁSICOS

Antes de se iniciar a discussão do tema, é necessário destacar e explicar alguns conceitos básicos importantes para o entendimento do assunto. Dentre estes, está a classificação dos resíduos entre ativo ou passivo: resíduos ativos são aqueles gerados continuamente a partir de atividades rotineiras realizadas no laboratório em questão, portanto, são aquelas produzidas em maior quantidade e alvo dos programas de gerenciamento de resíduos. Já os passivos são

definidos pelos materiais estocados ou não classificados, normalmente são frascos sem identificação contendo reagentes novos ou ainda íntegros, que necessitam apenas de simples testes para sua caracterização (JARDIM, 1998). Jardim (1998) apresenta uma tabela contendo um protocolo para a caracterização e posterior identificação de resíduos passivos.

**Tabela 1. Protocolo para a caracterização preliminar de resíduos químicos não-identificados – Fonte: JARDIM, W.F. Gerenciamento de resíduos químico em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 5, p.671-673, mai.1998**

<b>Teste a ser realizado</b>	<b>Procedimento a ser seguido</b>
Reatividade com água	Adicione uma gota de água e observe se há a formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta.
Presença de cianetos	Adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. A cor vermelha indica teste positivo.
Presença de sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos.
pH	Usar papel indicador ou pHmetro
Resíduo oxidante	A oxidação de um sal de Mn(II), de cor rosa claro, para uma coloração escura indica resíduo oxidante.
Resíduo redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno.
Inflamabilidade	Enfie um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e coloque-o na chama.
Presença de halogênios	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Leve à chama e observe a coloração: o verde indica a presença de halogênios.
Solubilidade em água	Após o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente.

A partir da utilização do protocolo apresentado, realizando testes com alíquotas de aproximadamente um grama, é possível reduzir a quantidade de resíduos passivos. Além disso, com a caracterização dos materiais, pode-se reutilizá-los.

## DISCUSSÃO E ANÁLISE

Este artigo de revisão tem sua discussão pautada a partir de três textos principais, cujos assuntos se relacionam ao tema referente à gestão e tratamento de resíduos químicos.

Jardim (1998) aborda os conceitos necessários para o entendimento do assunto, como as definições de resíduos ativos e passivos, anteriormente citadas. Além disso, tal trabalho levanta os pré-requisitos necessários para a implantação de um programa de gestão de resíduos:

A implementação de um programa de gestão de resíduos é algo que exige, antes de tudo, mudança de atitudes, e por isto, é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazo, além de requerer realimentação contínua. Por ser um programa que, uma vez implementado, o mesmo terá atuação perene dentro da unidade geradora de resíduo, é muito importante que o mesmo seja muito bem equacionado, discutido e assimilado por todos aqueles que serão os responsáveis pela manutenção e sucesso do mesmo. (JARDIM, 1998)

Outro aspecto importante é a crítica feita em relação à falta de uma. O principal objetivo do trabalho desenvolvido por Jardim (1998) foi explicitar as linhas básicas necessárias para a criação de um programa de gestão de resíduos a partir

das experiências vividas no Instituto de química da Unicamp, modelo aplicado da universidade em questão e que será apresentado neste artigo de revisão.

Já Penatti, Guimarães e Silva (2011) trabalham o tema a partir de uma abordagem histórica e interdisciplinar, envolvendo também conceitos da área biológica a fim de argumentar que a explosão demográfica mundial dos últimos tempos alterou o equilíbrio natural do ecossistema habitado pelo homem. Segundo os autores, deve-se considerar a importância da Química como ciência que proporcionou inúmeras descobertas que aprimoraram a vida na Terra, entretanto, é necessário ter a consciência dos riscos proporcionados pelo mau uso de tais conhecimentos, além dos danos e riscos ambientais que seus resíduos podem causar. Dessa forma, deve-se proceder de forma a prevenir e minimizar os impactos ambientais. (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2011).

Sabe-se que os laboratórios da área química se diferenciam de acordo com as especificidades das atividades neles realizadas. É possível citar como exemplos, laboratório de Análise de Resíduos, de Fármacos, de Espectrometria de Massa, de Radioquímica e de Físico-Química, cujas diferentes atividades podem provocar distintos impactos ambientais.

Além disso, cada laboratório gera uma grande diversidade de resíduos, o que dificulta o tratamento dos mesmos. (PENATTI; GUIMARÃES; SILVA, 2011).

Penatti, Guimarães e Silva (2011) sugerem um mapeamento dos resíduos a partir da unidade geradora, caracterizando, segregando, armazenando e destinando esse material de forma correta. Sugere-se um levantamento de dados fundamentado no registro dos descartes, a fim de acompanhar, de forma periódica, as características, quantidades e composições dos mesmos. Tal procedimento deve ser realizado paralelamente à criação de um sistema de identificação e rotulagem.

Após essa metodologia, pode-se optar por um dos modelos de classificação dos rejeitos: valor econômico, risco ou facilidade de minimização. Dessa forma, é possível concentrar ações voltadas a um desses modelos, de acordo com o benefício gerado à instituição que o aplica.

A classificação por valor econômico, em longo prazo, gera vantagens financeiras, pois, a partir dela, é possível analisar o custo gerado devido ao descarte dos materiais.

Já a curto/médio prazo, a categorização por risco é importante para a prevenção de acidentes, pois evita o uso e descarte de materiais de alta periculosidade.

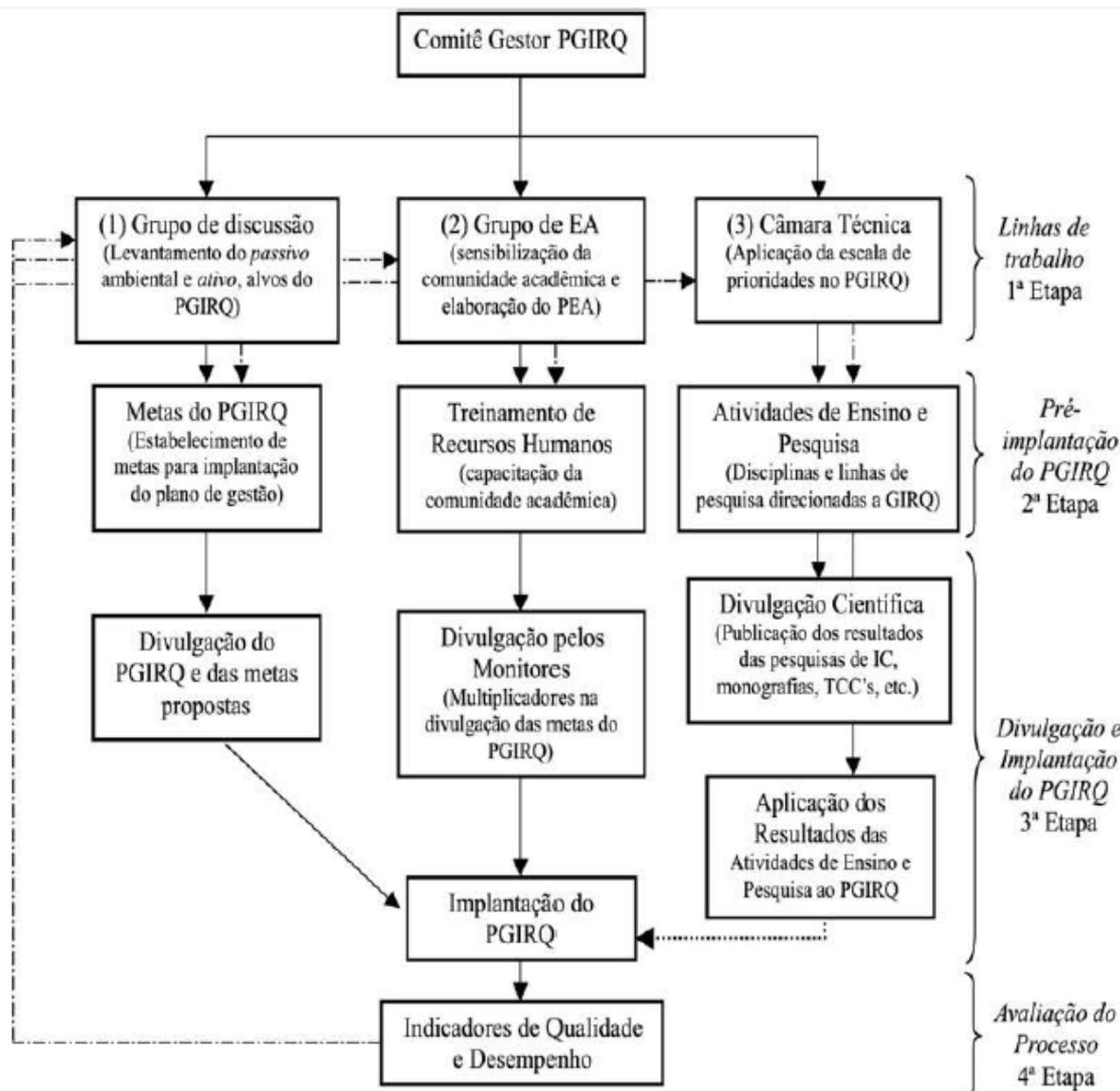
A caracterização por facilidade de minimização é a capaz de promover a gestão dos resíduos de forma mais simples, pois, a partir da análise dos dados levantados, pode-se discernir quais substâncias são mais utilizadas e descartadas, promovendo-se a redução de seu uso de acordo com as possibilidades avaliadas.

Giloni-Lima e Lima (2008) dissertam sobre a crescente preocupação da sociedade em relação ao meio ambiente e sobre a impossibilidade das universidades de ficarem alheias a tal discussão. Para os autores, as instituições de ensino têm a responsabilidade de gerar mão-de-obra especializada e que atue de acordo com as necessidades ambientais a partir do comprometimento de toda a comunidade acadêmica.

Salienta-se que a proposta depende do envolvimento de pessoas, portanto requer colaboração e estímulos constantes.

A implementação de um programa de gestão de resíduos exige antes de tudo mudança de atitudes e, por isto, é uma atividade que traz resultados a médio e longo prazos, além de requerer alimentação contínua. Outro aspecto importante é o humano, pois o sucesso depende da participação e colaboração de todos os atores da unidade geradora, sendo de igual importância o apoio da instituição ao implementar e sustentar o programa. (GILONI-LIMA; LIMA, 2008)

O fluxograma proposto por Giloni-Lima e Lima (2008) apresenta as atividades necessárias para a implantação de um programa de gestão integrada de resíduos químicos em uma instituição de ensino superior.



**Figura 1: Fluxograma básico para implantação do Plano de Gestão Integrado de Resíduos Químicos (PGIRQ) em Instituições de Ensino Superior (EA = Educação Ambiental; PEA = Programa de Educação Ambiental; GIRQ = Gerenciamento Integrado de Resíduos Químicos; IC = Iniciação Científica; TCC's = Trabalhos de Conclusão de Curso; linhas cheias = direção das linhas básicas de trabalho; linhas tracejadas = retroalimentação; linhas pontilhadas = aplicação direta dos resultados na implantação do PIGRQ. Fonte: GILONI-LIMA, P. C.; LIMA, V. A. Gestão integrada de resíduos químicos em instituições de ensino superior. Química Nova, v. 32, n.6, p.1595-1598, 2008.**

O fluxograma é dividido em quatro etapas, a partir da criação de um Comitê Gestor, e se divide em três linhas básicas de trabalho, grupo de discussão, de educação ambiental e a câmara técnica. A função do grupo de discussão é fazer o levantamento dos resíduos ativos e passivos e definir os alvos do PGIRQ. Já o grupo de EA é responsável pelo contato inicial da comunidade acadêmica com a ideia do projeto, além de elaborar o Programa de Educação Ambiental. Dependendo dos resultados obtidos na primeira etapa, definem-se os aspectos que se desenvolverão na segunda: a pré-implantação.

Nesta etapa, são definidas as metas do programa, realiza-se a capacitação das pessoas envolvidas e iniciam-se atividades e pesquisas direcionadas ao assunto.

Já a terceira etapa constitui-se da divulgação e implantação do PGRIQ, com a exposição das propostas, das metas, do pessoal capacitado e dos resultados das pesquisas. Após esse processo, ocorre uma avaliação que é capaz de indicar os sucessos e os erros cometidos durante o procedimento (GILONI-LIMA; LIMA, 2008).

Tanto Giloni-Lima e Lima (2008) quanto Jardim (1998) defendem a utilização de uma hierarquia de atividades, a qual prioriza ações relacionadas aos resíduos. Nessa escala, opta-se pela prevenção, redução e reuso dos resíduos antes de buscar o tratamento do material descartado.

A utilização da hierarquia de atividades, ou escala de prioridades é outra prática importante, a qual pode ser utilizada independente das atividades da unidade geradora, permitindo prevenir a geração de resíduos sempre que possível, ou a minimização no volume de resíduos gerados e propiciando o reuso e a reciclagem, os quais reduzem o volume de resíduos a serem tratados e dispostos de maneira segura e adequada. (GILONI-LIMA; LIMA, 2008)

Independentemente de qual das atividades geradoras de resíduo (ensino ou pesquisa) serão abordadas, um programa de gerenciamento deve sempre adotar a regra da responsabilidade objetiva, ou seja, quem gerou o resíduo é responsável pelo mesmo, e praticar sempre a seguinte hierarquia de atividades:

- 1- Prevenção na geração de resíduos (perigosos ou não);
- 2- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- 3- Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável economicamente possível a atividade gerenciadora;
- 4- Reuso interno ou externo;
- 5- Reciclar o componente material ou energético do resíduo;
- 6- Manter todo resíduo produzido na sua forma mais passível de tratamento
- 7- Tratar e dispor o resíduo de maneira segura; (JARDIM, 2008)

Jardim (2008) ainda explana sobre a necessidade do fomento das ações de reciclo e reuso dos resíduos dentro das instituições, atitude que é motivada por questões econômicas além das questões ambientais.

## **METODOLOGIA**

Este artigo de revisão bibliográfica tomou por base leitura de literatura especializada. Foram utilizados como fonte pesquisa o banco de dados Scielo e a plataforma WebQualis, nos quais foram filtra artigos de assunto alusivo a tratamento e descarte de resíduos químicos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por não haver uma fiscalização rigorosa em vigor no Brasil, os resíduos, quase que em sua totalidade, são descartados da maneira inadequada. Adotando os procedimentos aqui apresentados, se diminui o problema do descarte incorreto.

Uma dificuldade encontrada ao aplicar esta solução é convencer os responsáveis pelos laboratórios químicos a fazer uso desse método, pois como o ser humano sempre opta pelo mais fácil e de menor custo, a tendência é que o descarte continue ocorrendo de forma inadequada. Com o passar dos anos e com a evolução tecnológica, surgirão novas indústrias que, caso procedam da mesma forma farão com que o problema se agrave de forma exponencial.

Com este artigo de revisão é possível notar que o mesmo problema em relação ao descarte ocorre em vários lugares distintos do Brasil. Visto isso, juntou-se e organizou-se de forma coerente as informações necessárias e elaborou-se um esquema geral para a solução do problema.

Por se tratar de um tema recente, não há muita literatura científica disponível para consulta. Indica-se a pesquisa sobre novos métodos mais eficazes sobre o assunto aqui abordado, já que este é um tema de grande importância mundial e quanto menos descarte melhor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. *Revista Química Nova*, v.21, n.5, p. 671-673, 1998;
2. PENATTI, F. E.; GUIMARÃES, S. T.; SILVA, P. M. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: O desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química;
3. GILONI-LIMA, P. C.; LIMA, V. A. Gestão integrada de resíduos químicos em instituições de ensino superior. *Revista Química Nova*, v.31, n.6, p. 1595-1598, 2008;
4. IMBROISI, D. et. al. Gestão de resíduos químicos em universidades: universidade de Brasília em foco. *Revista Química Nova*, v.29, n.2, p. 404-409, 2006;
5. CUNHA, C. J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR. *Revista Química Nova*, v.24, n.3, p. 424-427, 2001;
6. Disponível em: < <http://www.mundodaquimica.com.br/2012/08/historia-da-quimica/>> Acesso em: 20 jan. 2014;
7. Disponível em: < <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Ecologia/Ecologia4.php>> Acesso em: 20 jan. 2014.